

## СИНТЕЗ НАНОСТРУКТУР НА ОСНОВЕ FeSe

Зиберт А.<sup>1\*</sup>, Омарова А.<sup>1</sup>, Козловский А.<sup>2</sup>

<sup>1)</sup> Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, г. Астана, Казахстан

<sup>2)</sup> Астанинский филиал Института ядерной физики, г. Астана, Казахстан

\*E-mail: [alexandr.zibert@bk.ru](mailto:alexandr.zibert@bk.ru)

## SYNTHESIS OF NANOSTRUCTURES BASED ON FeSe

Zibert A.<sup>1\*</sup>, Omarova A.<sup>1</sup>, Kozlovskiy A.<sup>2</sup>

<sup>1)</sup> L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

<sup>2)</sup> Astana Branch of the Institute of Nuclear Physics, Astana, Kazakhstan

Annotation. The resulting nanostructures have great potential for using them as anode materials of lithium-ion batteries due to the high degree of crystallinity and tubular form, which has a developed surface for lithiation.

На сегодняшний день одним из перспективных направлений развития нанотехнологий является отработка режимов получения наноструктурных систем различной геометрии. Изготовление и контроль наноразмерных структур синтезированных из широкого спектра материалов имеют решающее значение в технологических аспектах и эксплуатации наноструктурных материалов. Потенциальные приложения наноструктур варьируются от магнитной записи до датчиков био-магнетизма и основы для литий-ионных батарей [1-3].

Среди разнообразия наноструктурных материалов, наноструктуры на основе FeSe являются привлекательными из-за их превосходных ферромагнитных свойств, высокого уровня намагниченности и возможности управления магнитной текстурой, которая является одной из важных характеристик для потенциального применения наноструктур в различных областях. При этом возможность простого способа получения больших массивов наноструктур с контролируемыми геометрическими и структурными характеристиками делает FeSe наноструктуры перспективным материалом для основы литий-ионных батарей.

В работе представлены результаты отработки режимов получения FeSe нанотрубок методом электрохимического синтеза. В качестве методов исследования применялись рентгеновская дифракция, растрово-электронная микроскопия, энергодисперсионный анализ. Электрохимическое осаждение в нанопоры ПЭТФ темплата проводилось в потенциостатическом режиме при разности потенциалов от 1.25 до 2.0 В, с шагом 0.25 В. Выбор диапазона разности потенциалов обусловлен полупотенциалами восстановления ионов металлов из сернокислых растворов электролитов.

Согласно полученным данным установлено, что исследуемые наноструктуры представляют собой поликристаллические структуры твердого раствора замещения селена в железе, с высокой степенью кристалличности. Увеличение прикладываемой разности потенциалов приводит к изменению концентрации селена в

структуре нанотрубок с 12% при 1.25 В до 46% при 2.0 В, что свидетельствует о преобладании потенциала восстановления селена над потенциалом восстановления железа в процессе синтеза. Увеличение концентрации селена приводит к незначительному изменению степени кристалличности, что обусловлено процессами замещения ионов железа ионами селена в узлах кристаллической решетки в процессе синтеза.

Полученные наноструктуры обладают большим потенциалом применения их в качестве анодных материалов литий-ионных батарей благодаря высокой степени кристалличности и трубчатой формы, обладающей развитой поверхностью для литирования.

1. Wulfhekel W. et al., Physical Review B. 68, 144416, (2003).
2. Osterloh F. E., Chemical Society Reviews. 42, 2294-2320 (2013).

### **ХАРАКТЕРНЫЕ ВРЕМЕНА РЕЛАКСАЦИИ КЛАСТЕРА ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩИХ МАГНИТНЫХ АНИЗОТРОПНЫХ НАНОЧАСТИЦ**

Зверев В.С.<sup>1\*</sup>, Амбаров А.В.<sup>1</sup>, Камалтдинов В.Р.<sup>1</sup>

<sup>1)</sup> Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

\*E-mail: [vladimir.zverev@urfu.ru](mailto:vladimir.zverev@urfu.ru)

### **CHARACTERISTIC RELAXATION TIMES FOR THE MULTICORE MAGNETIC ANISOTROPIC NANOPARTICLES**

Zverev V.S.<sup>1\*</sup>, Ambarov A.V.<sup>1</sup>, Kamaltdinov V.R.<sup>1</sup>

<sup>1)</sup> Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

Annotation. In the present work the characteristic relaxation times of the individual cluster from the ensemble of ferro-particles are investigated theoretically. The dipole-dipole interaction is taken into account using the modified mean field theory. It is assumed that the magnetic moment of the ferroparticles is described by the Neel mechanism. Two cases of the mutual orientation of the external magnetic field and the easy magnetization axis are considered and analytical dependences are obtained.

Изучение характеристик суспензий, состоящих из магнитных частиц, которые в свою очередь обладают необычными свойствами - одно из направлений исследований магнитомягких материалов, в том числе магнито-реологических жидкостей. Доклад посвящен особому типу частиц, применяемых при синтезе современных феррожидкостей. Этот тип частиц может быть определен как частицы, содержащие в себе ансамбль нанокристаллов с различной степенью плотности упаковки, а пространственная структура этого ансамбля зафиксирована